SHL
WITHDRAWN

CONSEIL PERMANENT INTERNATIONAL
POUR L'EXPLORATION DE LA MER

PUBLICATIONS DE CIRCONSTANCE

N° 50

MARTIN KNUDSEN

EIN WASSERSCHOEPFER ZUR BENUTZUNG WAEHREND DER FAHRT DES SCHIFFES

MIT 2 FIGUREN UND 2 TAFELN

EN COMMISSION CHEZ
ANDR. FRED. HØST & FILS
COPENHAGUE

DECEMBRE 1909

CONSEIL PERMANENT INTERNATIONAL
POUR L'EXPLORATION DE LA MER

PUBLICATIONS DE CIRCONSTANCE

N° 50

MARTIN KNUDSEN

EIN WASSERSCHOEPFER ZUR BENUTZUNG WAEHREND DER FAHRT DES SCHIFFES

MIT 2 FIGUREN UND 2 TAFELN

EN COMMISSION CHEZ
ANDR. FRED. HØST & FILS
COPENHAGUE

DÉCEMBRE 1909

COPENHAGUE — IMPRIMERIE BIANCO LUNO

In der Ueberlegung, dass es das Studium der hydrographischen Verhältnisse beträchtlich fördern würde, wenn es gelänge, mittels eines geeigneten Instruments vom fahrenden Schiff aus Wasserproben aus tieferen Schichten aufzunehmen und gleichzeitig die Temperatur derselben zu messen, habe ich versucht, diese Aufgabe zu lösen und das in Fig. 1 *a b c* dargestellte Instrument konstruiert.

Um die Figur 1 *c* nicht mit zu vielen Einzelheiten zu überladen, ist sie nicht ganz naturgetreu skizziert, wovon unten ein Näheres. Der Wasserschöpfer besteht im Wesentlichen aus folgenden Teilen:

1) Einem Gestell aus drei durch zwei metallene Stücke *N* und *P* und eine schwere bleierne Kugel verbundenen Stahlstangen.

2) Verschiedenen ineinander angebrachten Cylindern zur Isolierung und Aufbewahrung des Wassers nach einem ähnlichen Prinzip wie Petterssons Wasserschöpfer. Es verdient jedoch, bemerkt zu werden, dass es, um die Rotation des Wassers in den einzelnen Cylindern während des Aufhievens zu verhindern, notwendig war, die einzelnen Räume der Länge nach durch dünne metallene Röhren zu teilen.

3) Zwei Deckeln, *L* und *R*, einem oben und einem unten, drehbar um die Zapfen *C* und *J*. Jeder der Deckeln besteht aus einer metallenen Platte und einer damit fest verbundenen dicke Kautschukplatte. Sie sind mit den metallenen Trägern so verbunden, dass sie ein wenig seitwärts wackeln können.

4) Einer gegliederten, aus den Stücken *B* und *G* zusammengesetzten Verbindung zwischen den beiden Deckeln. Die beiden Stücke *B* und *G* sind mittels eines Bolzens *D*, um den sie sich drehen können, miteinander verbunden. Das Stück *B* kann sich ferner um dieselbe Achse drehen wie der obere Deckel, während das Stück *G* durch den Bolzen *K* mit dem unteren Deckel verbunden ist. Das Stück *G* ist in zwei Stücke geteilt, von denen das eine röhrenförmig ist, das andere einen hinein passenden Zapfen bildet. Das Stück *G* kann somit nach Umständen ein wenig länger oder ein wenig kürzer werden; die beiden Stücke sind durch zwei Federn

verbunden, deren Wirkung eine solche ist, dass die Länge des Stücks *G* bei geschlossenem Wasserschöpfer durch diese beiden Federn und zwei andere gleich zuerwähnende Federn bestimmt wird, während die Länge

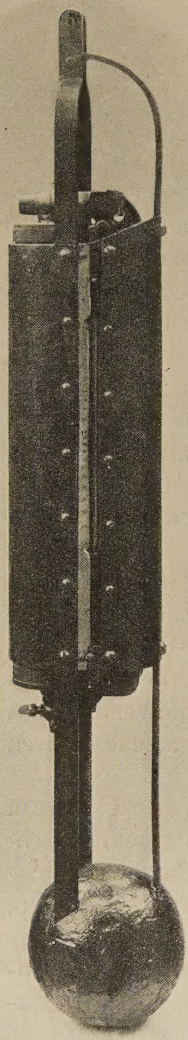


Fig. 1 *a*

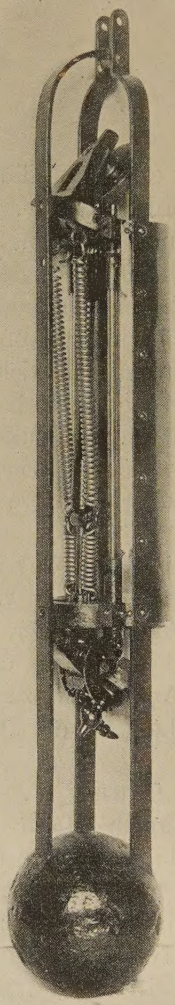


Fig. 1 *b*

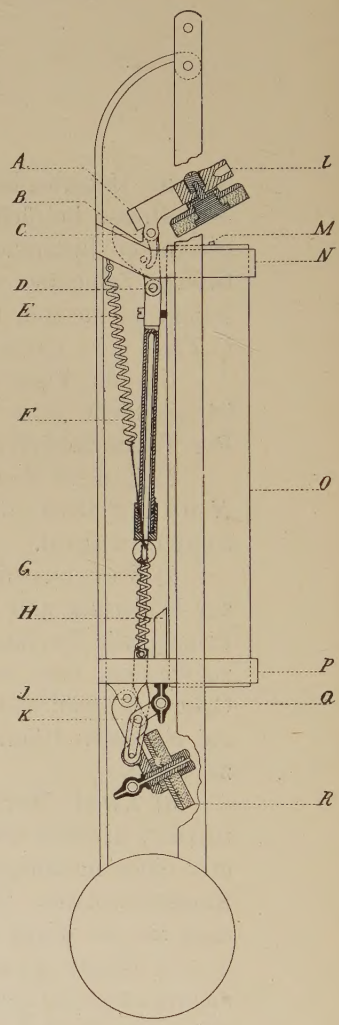


Fig. 1 *c*

bei offenem Wasserschöpfer durch die metallenen Stücke bestimmt wird, aus denen *G* besteht. Eine solche Vorkehrung war notwendig, damit man sich darauf verlassen konnte, dass beide Deckel mit einigermassen demselben Druck geschlossen würden Bei dem in der

Figur veranschaulichten Verfahren kann man so einstellen, dass die beiden Deckel denselben Druck erhalten, aber eine ganz geringe Verschiebung der beweglichen Teile zur einen oder zur anderen Seite wird bewirken, dass der Druck zum grössten Teil auf den einen Deckel übertragen wird, während der andere nur mit geringem Druck geschlossen wird. Diese Einstellung braucht nur einmal vorgenommen zu werden.

5) Zwei Federn. Die Figur zeigt die eine Feder *F* gespannt. Man wird sehen, dass die Zentren der Zapfen *C*, *D* und *K*, um welche die Stangenverbindung *BG* sich bewegen kann, nicht in einer Geraden liegen, und dass die Lage stabil ist, indem die Schraube *E* sich auf den äussersten Wasserschöpfercylinder stützt.

Wird aber das Glied *D* aus dieser seiner innersten Lage herausgebracht, so wird die Lage erreicht, in der die Zentren der drei Zapfen *C*, *D* und *K* in einer Geraden liegen; und wird diese labile Gleichgewichtslage überschritten, so wird man aus der Figur leicht sehen, wie die Feder *F* bewirkt, dass die beiden Deckel des Wasserschöpfers sich schliessen.

Diese Bewegung der Stangenverbindung über die Totlage hinweg wird durch einen Druck auf den oberen Deckel bewirkt, indem dieser während seiner Bewegung das metallene Stück *B* mittels eines Hakens mit sich führt. Es ist klar: je weiter die Stangenverbindung über die Totlage hinweg ist, je grössere Kraft ist erforderlich, um sie wieder über diese zurückzuführen. Um wie viel die Totlage überschritten werden soll, lässt sich durch die Schraube *E* regulieren, die sich bei geschlossenem Wasserschöpfer vor einem Loch in dem den Apparat umgebenden Mantel befindet, und die durch einen gewöhnlichen Schraubenzieher einzustellen ist, so dass der Wasserschöpfer also auf leichteren oder schwereren Schluss eingestellt werden kann.

6) Dem Thermometer *M*, oben mit einem Stückchen Kautschukschlauch versehen, der die Cylinder des Wasserschöpfers ein wenig überragt, was durch eine Vertiefung am oberen Deckel ermöglicht wird. So kann man ihn bequem mit den Fingern anfassen. Das Thermometer geht oben durch einen kleinen Ring, auf dem der Kautschuk ruht, und ist mittels einer Spiralfeder am unteren Teile der Wasserschöpfercylinder befestigt. Die Feder lässt sich so weit dehnen, wie notwendig ist, damit das Thermometer so hoch hinaufkommt, dass man die Temperatur ablesen kann, wenn der obere Deckel offen ist. Dies Oeffnen des oberen Deckels ohne gleichzeitiges Oeffnen des unteren geschieht durch das Zurückfallen einer Haspe *A*, so dass das metallene Stück *B* in eine Vertiefung am Deckel eintreten kann, wenn dieser zurückfällt.

7) Zwei Manometern, welche die Tiefe angeben, in welcher der Wasserschöpfer sich schliesst; sie sitzen je zu einer Seite des

Wasserschöpfers; in der Figur sieht man den untersten Teil des rechten Manometers *H*. Das Manometer besteht im Wesentlichen aus einer Glasröhre, die unten in einer metallenen Röhre mit Hahn *Q* befestigt und oben mit einem mit Kautschukplatte versehenen und durch eine kleine Feder zugehaltenen Deckel schliesst. Diese Feder lässt sich durch einen Schraubenkopf oberhalb des Manometers stärker und schwächer spannen. Hat das Schiff eine sehr schnelle Fahrt (z. B. 15 Seemeilen), so muss der Deckel notwendigerweise fester schliessen, als bei geringerer Geschwindigkeit, und es kann also unter solchen Umständen notwendig sein, die Feder strammer zu spannen. Der Deckel kann durch einen kleinen, ein wenig hervorragenden Pflock gehoben werden. Der Hahn *Q* ist durch einen Hebel mit dem unteren Deckel verbunden, so dass der Hahn bezw. offen oder geschlossen ist, wenn der Deckel offen oder geschlossen ist.

Die Tiefe, in die der Wasserschöpfer hinabsinkt, ist massgebend für die Wassermenge, die in die Röhre hineindringt, bevor der Hahn schliesst, und an dieser Wassermenge kann somit die Tiefe gemessen werden. An einer Skala neben der Glasröhre werden die Tiefeneinteilungen abgesetzt; da sie nicht äquidistant werden, ist es praktisch, zwei Tiefenmesser zu benutzen, von denen der eine vorzugsweise bei geringen, der andere bei grossen Tiefen angewendet wird. Dies erzielt man, wenn man das Wasser vom Hahn aus in Vorkammern von verschiedener Grösse eintreten lässt, bevor es die Glasröhre erreicht.

Wenn der Wasserschöpfer sich in grossen Tiefen befunden hat, wird der Druck der Luft in der Glasröhre bedeutend sein, aber, je nachdem der Wasserschöpfer wieder emporkommt, abnehmen, da von der Luft etwas abgegeben wird, indem der Deckel oben gehoben wird. Wenn der Wasserschöpfer zum Gebrauch klar gemacht werden soll, muss man immer den Deckel oben heben und solange offen halten, bis alles Wasser hinaus ist.

Die Leine, an der der Wasserschöpfer hinabgelassen wird, ist eine 4—5 mm dicke Stahlleine; sie ist durch ein gesplissenes Oehr am Wasserschöpfer befestigt. Das Oehr muss mit Hanfzwirn oder Kupferdraht bewickelt und mit einer Kausch versehen sein. Die Leine wird über ein Meterrad geführt, das entweder so weit hinten oder aussenbords angebracht wird, dass der frei hängende Wasserschöpfer von der Reling klar ist. Das Spill, woran die Leine aufgerollt ist, ist ein Handspill mit zwei Kurbeln. Fig. 2 veranschaulicht die Grössenverhältnisse und diesbezüglichen Einzelheiten. Das Spill besteht im Wesentlichen aus einem Gestell mit zwei Lagern für eine Welle und zwei Handkurbeln. An der Welle kann sich eine Trommel mit geringem Reibungswiderstand herumbewegen. Die Trommel ist an der einen Seite mit einer hölzernen Scheibe versehen, auf die eine Bandbremse wirken kann. Die Bandbremse ist am Gestell befestigt, so

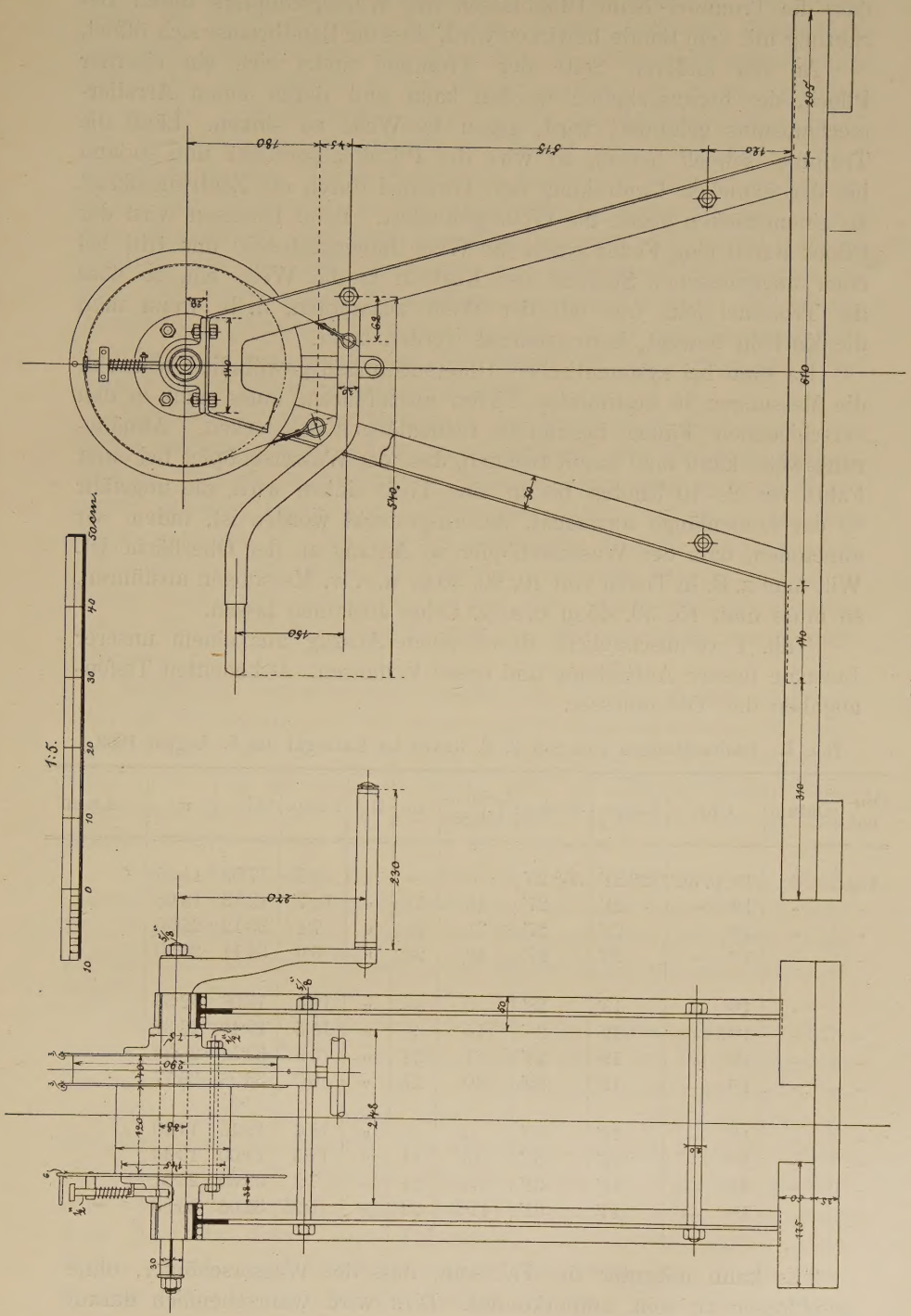

1:5.
500 mm.
180
45
515
120
205
610
340
110
540
150
270
230
290
245
150
175

Fig. 2

dass die Trommel beim Hinablassen des Wasserschöpfers durch Berührung mit dem Bande bewirken wird, dass die Bandbremse sich öffnet.

An der anderen Seite der Trommel findet sich ein eiserner Pflock, der herausgehoben werden kann und durch einen Arretiermechanismus gehindert wird, gegen die Welle zu sinken. Läuft die Trommel schnell herum, so wird der Pflock ausgerückt und sodann bei der schnellen Umdrehung der Trommel durch die Zentrifugalkraft an einem Sinken gegen die Welle gehindert. Beim Bremsen wird der Pflock durch eine Feder gegen die Welle hineingestossen und tritt bei einer angemessenen Stellung der Kurbeln in die Welle ein, so dass die Trommel jetzt nur mit der Welle zusammen, d. h. wenn man die Kurbeln bewegt, herumgedreht werden kann.

Da man bei systematischen Untersuchungen gewöhnlich wünscht, die Messungen in bestimmten Tiefen auszuführen, muss man in den verschiedenen Fällen bestimmte Leinenlängen ausstecken. Annäherungsweise kann man damit rechnen, dass der Wasserschöpfer bei einer Fahrt von 8—10 Knoten bis in eine Tiefe sinken wird, die ungefähr $^2/_3$ der Leinenlänge ausmacht, die ausgesteckt worden ist, indem wir annehmen, dass der Wasserschöpfer zu Anfang an der Oberfläche ist. Will man z. B. in Tiefen von 10, 20, 30 m u. s. w. Messungen ausführen, so muss man 15, 30, 45 m u. s. w. Leine auslaufen lassen.

Tab. 1 veranschaulicht durch einen Auszug aus einem unserer Journale unsere Aufstellung und unser Verfahren. *D* bedeuten Tiefenangaben der Tiefenmesser.

Tab. 1. Beobachtungen vom S/S C. F. Grove im Kattegat am 3. August 1908.

Monat	Datum	Uhr	Länge	Breite	Leinenlänge	D_I	D_{II}	Temp.	Salzg.	σ_t	Anm.
Aug.	3	1^{16} p. m.	12° 21′	56° 26′	0	—	„	18·5	17·09	11·55	
-	-	1^{18} —	21′	27′	16	11	„	18·7	19·13	13·05	
-	-	1^{20} —	21′	27′	31	21	„	7·4	33·12	25·90	
-	-	1^{23} —	20′	27′	40	28	„	6·0	34·14	26·90	
-	-	1^{30} —	19′	28′	0	—	„	18·4	18·08	12·33	
-	-	1^{33} —	19′	29′	15	9	„	18·5	19·49	13·37	
-	-	1^{35} —	19′	29′	31	22	„	6·6	33·58	26·38	
-	-	1^{37} —	19′	29′	40	27	„	6·0	33·98	26·77	
-	-	1^{43} —	18′	30′	0	—	„	18·6	19·16	13·10	
-	-	1^{46} —	18′	30′	15	11	„	18·5	19·60	13·46	
-	-	1^{48} —	18′	31′	30	21	„	7·2	33·60	26·31	
-	-	1^{51} —	17′	31′	41·5	29	„	5·95	34·05	26·83	

Es kann mitunter der Fall sein, dass der Wasserschöpfer, ohne geschlossen zu sein, emporkommt. Dies wird wahrscheinlich darauf

beruhen, dass der Wasserschöpfer zu „hart“ steht; er wird dann durch die oben erwähnte Schraube *E* auf „leichtere“ Schliessung eingestellt. Andererseits kann es vorkommen, dass der Wasserschöpfer geneigt ist, sich, sobald er ins Wasser kommt, bei einem zufälligen Stoss oder möglicherweise, bevor er die gewünschte Tiefe erreicht hat, zu schliessen; er schliesst zu „leicht“ und muss auf „härter“ eingestellt werden. Dieser Schluss in geringerer Tiefe als derjenigen, in die der Wasserschöpfer tatsächlich hinabgelassen ist, sei es nun beim Hinablassen oder beim Heraufziehen, wird sich immer dadurch verraten, dass die Tiefenmessungen eine geringere Tiefe angeben, als nach der ausgesteckten Leinenlänge zu erwarten war. Ein solches Schliessen in geringerer Tiefe als derjenigen, in die der Wasserschöpfer hinabgelassen wird, kann man also verhindern, wenn man den Wasserschöpfer in passender Weise einstellt.

Obgleich der Wasserschöpfer in der Regel einen Stoss gegen den Boden vertragen kann, wenn dieser aus Sand oder Schlamm besteht, und die von uns angewendeten Wasserschöpfer auch mehrere Stösse gegen steinigen Boden gut überstanden haben, soll man ihn doch lieber nicht bis auf den Boden hinablassen. Besteht der Boden aus Schlamm, so füllt dieser die Cylinder, und man hat die Mühe, sie wieder zu reinigen. Am besten tut man dies, indem man den obersten Deckel öffnet und fest zubindet und den Wasserschöpfer vom Schiffe schleppen lässt.

Zahlreiche Versuche mit destilliertem Wasser haben dargetan, dass der Wasserschöpfer vollkommen dicht schliesst, wie es sich auch ergeben hat, dass die Ausspülung während des Sinkens hinlänglich effektiv ist. Es ist somit bewiesen, dass die aufgenommenen Wasserproben mit vollkommener Zuverlässigkeit zur Bestimmung des Salzgehalts benutzt werden können.

Etwas vorsichtiger muss man bei der Bestimmung der Temperatur sein, da es sich gezeigt hat, dass das Isolationsvermögen unter den Verhältnissen, unter denen der Wasserschöpfer gebraucht wird, geringer ist, als man es nach den Erfahrungen bei still liegenden Schiffen zu erwarten hätte.

Was wesentlich dazu beiträgt, das Isolationsvermögen herabzusetzen, ist sicherlich die Bewegung des Wassers im Wasserschöpfer, die beim Einziehen durch die verschiedenartigen und kräftigen Bewegungen des Wasserschöpfers selbst entsteht. Es wäre namentlich zu erwarten, dass die zwischen den einzelnen Cylindern liegenden Wassermassen leicht in Rotation um die Achse der Cylinder geraten konnten, und es würde dann eine Verbesserung sein, wenn man diese Rotation durch eine Anbringung von Streifen irgend eines Stoffes zwischen den Cylindern verhinderte, wenn auch durch diese Streifen einige Wärme geleitet werden könnte. Nach verschiedenen

Versuchen habe ich es vorläufig bei der Anwendung von dünnen metallenen Röhren dazu und der Ausfüllung des Raumes zwischen den beiden äussersten Cylindern durch Kautschuk beruhen lassen.

Will man den Wasserschöpfer von einem still liegenden Schiff aus benutzen, so lässt sich dies sehr gut bewerkstelligen, und man wird dann in bedeutend grössere Tiefen hinabkommen können, ohne dass die Temperaturbeobachtung durch die Wärmeleitung vereitelt wird, indem die Bewegungen, denen der Wasserschöpfer bei einer solchen Anwendung ausgesetzt ist, bei weitem nicht so kräftig sind, wie bei einer Anwendung während der Fahrt. Natürlicherweise sind dabei die Tiefenmesser am Wasserschöpfer überflüssig, wie auch die Bleikugel von 15 Kilo unnötig schwer ist. Bei den dänischen Untersuchungen ist der Wasserschöpfer von still liegendem Schiff aus angewendet worden; um ihn mit Falllot gebrauchen zu können, was die sicherste Ausrückung ergibt, haben wir einen einfachen Mechanismus verwendet, eine Stange mit einem kurzen Glied, die in die „Nase" des oberen Deckels eingeschraubt wurde, während die Leine, an der der Wasserschöpfer aussenbords hinabgelassen wurde, durch ein Oehr am anderen Ende der Stange geführt wurde.

Nach über einjährigem Gebrauch hat der Wasserschöpfer sich als sehr praktisch und besonders als zuverlässig ergeben. In grösseren Tiefen kann er jedoch von einem fahrenden Schiff aus nicht verwendet werden, denn seine Wärmeisolation ist nicht so gut, wie zu wünschen wäre. Besteht ein grosser Temperaturunterschied zwischen Oberfläche und den tieferen Schichten (ca. 10°), so darf man den Wasserschöpfer nicht in grössere Tiefen hinablassen, als dass man ihn im Laufe von ca. 2 Minuten heraufziehen kann. Hieraus folgt, dass man den Wasserschöpfer, falls man zum Einholen einen starken Motor benutzt, bis in bedeutend grössere Tiefen als mit Handspill anwenden kann.

Die in Taf. I und II angeführten Messungen mögen als Beispiel einer Reihe von Messungen gelten. Die Sektion umfasst ca. 470 Temperatur- und Salzgehaltbestimmungen, die im Laufe von $37^1/_2$ Stunden während der Fahrt des Untersuchungsschiffes von Stavanger nach Aberdeen unternommen wurden. Es geht aus dem regelmässigen Verlauf sowohl der Temperaturkurven als der Isohalinen hervor, dass man keine Ursache hat, an der Zuverlässigkeit des Wasserschöpfers zu zweifeln. Noch besser geht dies aus Taf. II hervor, wo σ_t dargestellt ist. Da diese hydrographische Sektion (Taf. I und II) vollständiger ist als irgend eine früherer Sektion aus der Nordsee oder anderen Gewässen, hat sie eine besondere Bedeutung, indem sie zeigt, teils wie schroff die Uebergänge des Salzgehalts und der Temperatur stellenweise sein können, und teils in welchem Grade das Wasser an anderen Orten homogen sein kann. So wird man bemerken, dass die

Kurven gleich grosser Werte von σ_t im westlichen Teil der Sektion fast senkrecht laufen von einer Tiefe von 30—40 m bis auf den Boden. An diesen Kurven finden sich in der ganzen Sektion eine Menge kleine Unregelmässigkeiten oder Wellen, aber es ist besonders bemerkenswert, dass die allermeisten davon verschwinden würden, wenn man annimmt, dass den Werten von σ_t Beobachtungsfehler von nur $\pm$ 0,02 anhafteten, und wenn man die Kurven unter Rücksichtnahme darauf zeichnete. Die Beobachtungen sind, wie man sieht, bei voller Fahrt bis in eine Tiefe von 175 m unternommen; es wurde aber auch beim Einholen ein Motor angewendet.

Schliesslich folgt hier eine kurze Gebrauchsanweisung für den Wasserschöpfer zur Benutzung während der Fahrt.

Es wird angenommen, dass der Wasserschöpfer in Funktion ist und zur Aufnahme der nächsten Probe klar gemacht werden soll.

1) Schliesse die Haspe des oberen Deckels, so dass beide Deckel fest geschlossen sind.

2) Schliesse den Hahn des unteren Deckels; der äussere flache Teil des Hahns soll der Länge nach in der Richtung der Röhre stehen.

3) Stecke einen Pflock in die „Nase“ des oberen Deckels und presse den Deckel zurück.

4) Hebe den am oberen Deckel des Manometers befestigten Pflock empor und halte ihn fest, bis das Wasser aus dem Manometer heraus ist; es kann praktisch sein, ihn ein Mal hinabfallen zu lassen und dann wieder emporzuheben; man hebt ihn z. B. mittels des Pflockes, mit dem der Wasserschöpfer geöffnet wird. Behandle das andere Manometer in derselben Weise.

5) Halte den Wasserschöpfer aussenbords, z. B. 1 m von der Oberfläche des Wassers, und halte die Trommel durch die Bremse fest.

6) Sieh nach, ob das Meterrad richtig steht, z. B. 1 m vor 0.

7) Hebe den Pflock der Trommel aus der Welle und arretiere ihn.

8) Lasse den Wasserschöpfer in die gewünschte Tiefe hinab und notiere die Zeit. (Um die genaue Position des Schiffes ermitteln zu können).

Bei 30 m Leine und darüber muss so schnell wie möglich gebremst werden; bei weniger als 30 m Leine muss, weil sonst die Leine allmählich darunter leidet, weniger schnell gebremst werden.

9) Ziehe den Wasserschöpfer wieder ein (der Pflock sucht von selbst das Loch in der Welle auf). Das Einholen muss schnell von statten gehen.

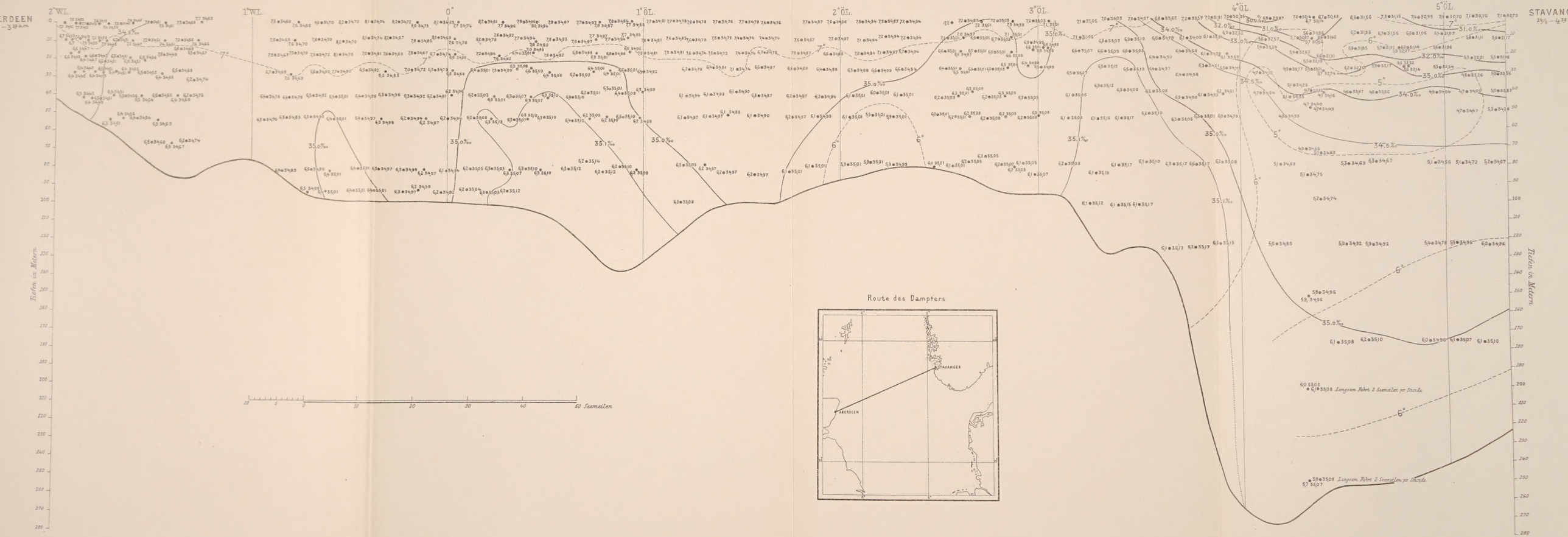
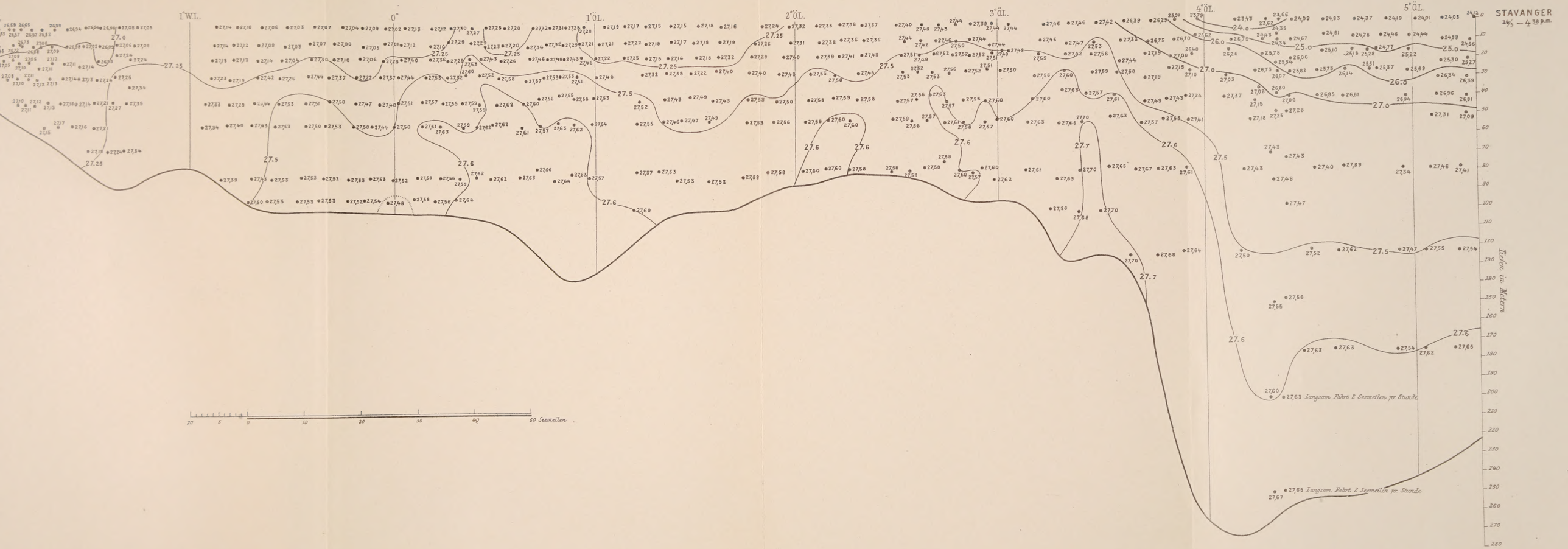
10) Nimm den Wasserschöpfer an Bord, aber sorge dafür, dass er nicht gegen die Schiffseite anstösst.

11) Schiebe die Haspe des oberen Deckels zur Seite, öffne den Deckel und lies die Temperatur ab.

12) Lies die Tiefenmesser ab.

13) Oeffne den Hahn unten und lass das Wasser in eine Flasche laufen; dabei muss auch der obere Deckel geöffnet werden.

Hydrographische Beobachtungen in der Nordsee von dem dänischen Untersuchungsdampfer „THOR" in voller Fahrt unternommen. (8 Seemeilen pr. Stunde)



6t der hydrographischen Beobachtungen in der Nordsee von dem dänischen Untersuchungsdampfer „THOR" in voller Fahrt unternommen. (8 Seemeilen pr. Stunde)